

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-077506

(43)Date of publication of application : 14.03.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/00

(21)Application number : 2001-261211

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC  
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 30.08.2001

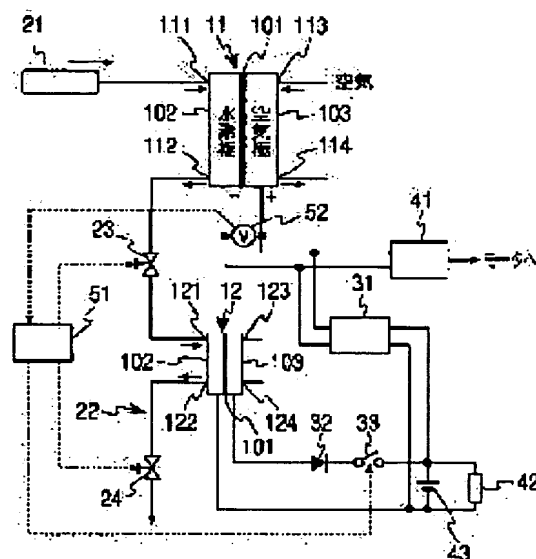
(72)Inventor : NITTA TAKAHIRO  
KIKUCHI TETSUO  
NONOBE YASUHIRO

## (54) FUEL CELL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To effectively use exhaust gas from a hydrogen electrode of a fuel cell stack.

**SOLUTION:** In addition to a main fuel cell stack 11, an auxiliary fuel cell stack 12 is provided, and the exhaust gas from the hydrogen electrode 102 of the main fuel cell stack 11 is supplied to the hydrogen electrode 102 of the auxiliary fuel cell stack 12. Even if power generating ability is lowered in the main fuel cell stack 11 so as not to be able to sufficiently feed to its electrical load 41, due to lowering of hydrogen concentration on the hydrogen electrode 102 side, which is caused by exuding of nitrogen and moisture from the air electrode 103 to the hydrogen electrode 102, before the exhaust gas from the main fuel cell stack 11 is exhausted to the outside from an exhaust passage 22 by opening an exhaust valve 24, a part of unused hydrogen in the exhaust gas is effectively used for power generation in the auxiliary fuel cell stack 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The fuel cell stack which generates power from fuel gas and oxidation gas, and a supply means to supply fuel gas to this fuel cell stack, The exhaust passage which discharges the exhaust gas from the fuel electrode of a fuel cell stack, and the draining valve which open and close exhaust passage, In the fuel cell system which has the control means set up so that said draining valve might open, if the stage when it can consider that the generation-of-electrical-energy capacity of said fuel cell stack fell by making this draining valve into a controlled system came While making another fuel cell stack as a main fuel cell stack provide said fuel cell stack and making this into a subfuel cell stack The fuel cell system characterized by preparing the fuel electrode of this subfuel cell stack in the middle of said exhaust passage by the upstream rather than said draining valve.

[Claim 2] In a fuel cell system according to claim 1, it is prepared in the middle of said exhaust passage between a main-fuel cell stack and a subfuel cell stack. Make the switch bulb which switches a free passage and cutoff with a main-fuel cell stack and a subfuel cell stack provide, and while making said control means into the control means which makes a switch bulb a controlled system with said draining valve The fuel cell system set up if the stage when it can consider that the generation-of-electrical-energy capacity of said main-fuel cell stack fell comes so that said switch bulb might open, and so that the valve-opening stage of said draining valve might turn into a stage it can consider that fell again after the generation-of-electrical-energy capacity of a main-fuel cell stack was recovered.

[Claim 3] The fuel cell system set up so that said switching means might turn off together with [ so that the switching means which \*\*\*\* between said subfuel cell stack and its electric load may be made to provide in a fuel cell system according to claim 2 and said switching means may turn on together with / while making said control means into the control means which makes said switching means a controlled system with said draining valve and said switch bulb / said switch bulb opening ] said draining valve opening.

[Claim 4] The fuel cell system which connected claim 1 thru/or the rechargeable battery charged by said main-fuel cell stack, and was connected to said subfuel cell stack as the electric load in the fuel cell system of a publication with the diode which makes the forward direction the direction of the charging current from said subfuel cell stack to said rechargeable battery for said subfuel cell stack and said rechargeable battery 3 either.

[Claim 5] The fuel cell system set up so that the generation-of-electrical-energy capacity of said main-fuel cell stack might be judged to be the stage it can consider that fell, if less than the threshold to which claim 1 thru/or an electrical-potential-difference detection means to detect [ in / 4 either / the fuel cell system of a publication ] the output voltage of said main-fuel cell stack were made to provide, and the electrical potential difference detected by said electrical-potential-difference detection means set said control means beforehand.

[Claim 6] The fuel cell system which set up so that it may judge with the stage it can consider that fell the generation of electrical energy capacity of said main fuel cell stack if less than the threshold to which made claim 1 thru/or said oxidation gas in [ in / 4 either / the fuel cell system of a publication ] the fuel electrode of said main fuel cell stack , and a hydrogen concentration detection means detect the concentration of the gas constituents which react provide , and the gas constituents concentration detected by said hydrogen concentration detection means set said control means beforehand .

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to improvement in the utilization effectiveness of fuel gas about a fuel cell system.

[0002]

[Description of the Prior Art] A fuel cell system is a system by which the pump 93 grade for returning the exhaust gas from the tank 92 which stored fuel gas, such as hydrogen supplied to this fuel electrode (the inside of drawing, hydrogen pole) by using the fuel cell stack 91 as a body, and the fuel electrode containing intact fuel gas to a fuel electrode was attached, as it is carried in a fuel cell powered vehicle etc. and shown in drawing 5 . Although fuel gas and the oxidation gas supplied to the air pole, such as air, carry out a cell reaction and, as for the fuel cell stack 91, generates power, the nitrogen in oxidation gas and the moisture for humidification ooze out from an air pole to a fuel electrode side through an electrolyte membrane as a cell reaction progresses.

[0003] For this reason, the draining valve 95 which exhaust passage 94 is formed that the exhaust gas from a fuel electrode should be discharged since the partial pressure of nitrogen or a steam rises, the concentration of fuel gas intact [ in exhaust gas ] falls gradually and generation-of-electrical-energy capacity declines, and opens and closes this was sometimes opened, the nitrogen of a fuel electrode and moisture were discharged, and fuel gas sufficient from a fuel tank 92 is newly introduced. The control means 96 which makes a draining valve 95 a controlled system is formed in the fuel cell system.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since intact fuel gas is included in exhaust gas, the part and the utilization effectiveness of fuel gas which were discharged fall, and it becomes useless [ energy ].

[0005] This invention was made in view of said actual condition, and aims at offering a fuel cell system with the high utilization effectiveness of fuel gas.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The fuel cell stack which generates power from fuel gas and oxidation gas in invention according to claim 1, A supply means to supply fuel gas to this fuel cell stack, and the exhaust passage which discharges the exhaust gas from the fuel electrode of a fuel cell stack, In the fuel cell system which has the control means set up so that said draining valve might open, if the stage when it can consider that the generation-of-electrical-energy capacity of said fuel cell stack fell by making into a controlled system the draining valve which opens and closes exhaust passage, and this draining valve came While making another fuel cell stack as a main fuel cell stack provide said fuel cell stack and making this into a subfuel cell stack, the fuel electrode of this subfuel cell stack is prepared in the middle of said exhaust passage by the upstream rather than said draining valve.

[0007] If the cell reaction of a subfuel cell stack is presented to the electric load of a main-fuel cell stack by connecting the electric load which a subfuel cell stack does not take high generation-of-electrical-energy capacity even if it is exhaust gas with the inadequate amount of fuel gas, a subfuel cell stack can supply electric power to extent to which the electric load connected to the subfuel cell stack can carry out proper actuation. Therefore, it is the stage when the timing which opens a draining valve can be regarded as the generation-of-electrical-energy capacity of a main-fuel cell stack having declined, and exhaust gas can be effectively used by delaying conventionally, until exhaust gas will be in a condition with more few amounts of fuel gas.

[0008] In invention according to claim 2, it is prepared in the middle of said exhaust passage between a main-fuel cell stack and a subfuel cell stack in the configuration of invention of claim 1. Make the switch

bulb which switches a free passage and cutoff with a main-fuel cell stack and a subfuel cell stack provide, and while making said control means into the control means which makes a switch bulb a controlled system with said draining valve. If the stage when it can consider that the generation-of-electrical-energy capacity of said main-fuel cell stack fell comes, it will set up so that said switch bulb may open, and so that the valve-opening stage of said draining valve may turn into a stage it can consider that fell again after the generation-of-electrical-energy capacity of a main-fuel cell stack was recovered.

[0009] A main-fuel cell stack can fully generate electricity to the configuration and EQC which do not have a subfuel cell stack, without improving the serviceability of the fuel gas to a main-fuel cell stack, since the switch bulb is closing the valve and exhaust gas does not move to a subfuel cell stack, while the amount of fuel gas exists enough in the exhaust gas from a main-fuel cell stack.

[0010] The switching means which \*\*\*\* between said subfuel cell stack and its electric load is made to provide in the configuration of invention of claim 2 in invention according to claim 3. While making said control means into the control means which makes said switching means a controlled system with said draining valve and said switch bulb. It sets up so that said switching means may turn on together with said diverter valve opening, and so that said switching means may turn off together with said exhaust valve opening.

[0011] Also in the condition that the switch bulb is intercepting the main-fuel cell stack and the subfuel cell stack, if electric load is connected to a subfuel cell stack, with the intact fuel gas which remains slightly in the exhaust passage of the downstream, a cell reaction will advance in a subfuel cell stack, and feed will be made by electric load rather than a switch bulb. If a cell reaction advances in the condition with few amounts of fuel gas, nonconformities, such as degradation of the electrolyte membrane of a fuel cell stack, will arise. In this invention, since it is restricted to the time when it is in the condition that exhaust gas is supplied to a subfuel cell stack from a main-fuel cell stack that a subfuel cell stack and electric load are connected, degradation of a subfuel cell stack can be prevented.

[0012] In the configuration of claim 1 thru/or invention of three, as the electric load, the rechargeable battery charged by said main-fuel cell stack is connected, and it connects with said subfuel cell stack in invention according to claim 4 with the diode which makes the forward direction the direction of the charging current from said subfuel cell stack to said rechargeable battery for said subfuel cell stack and said rechargeable battery.

[0013] Since it is avoided that a current flows backwards to a subfuel cell stack, it can prevent degradation of a subfuel cell stack.

[0014] In invention according to claim 5, an electrical-potential-difference detection means to detect the output voltage of said main-fuel cell stack is made to provide in the configuration of claim 1 thru/or invention of four, and if less than the threshold to which the electrical potential difference detected by said electrical-potential-difference detection means set said control means beforehand, it will set up so that it may judge with the stage when it can consider that the generation-of-electrical-energy capacity of said main-fuel cell stack fell.

[0015] Since the electromotive voltage of a main-fuel cell stack falls when supply of the fuel gas to a main-fuel cell stack decreases, lowering of generation-of-electrical-energy capacity can be judged from this.

[0016] In invention according to claim 6, it sets in the configuration of claim 1 thru/or invention of four. Said oxidation gas and a hydrogen concentration detection means to detect the concentration of the gas constituents which react in the fuel electrode of said main-fuel cell stack are made to provide. If less than the threshold to which the gas-constituents concentration detected by said hydrogen concentration detection means set said control means beforehand, it will set up so that it may judge with the stage when it can consider that the generation-of-electrical-energy capacity of said main-fuel cell stack fell.

[0017] In a subfuel cell stack, since the concentration of intact fuel gas falls relatively when nitrogen and moisture ooze to a fuel electrode side, lowering of generation-of-electrical-energy capacity can be judged from this.

[0018]

[Embodiment of the Invention] (The 1st operation gestalt) The fuel cell system which becomes the 1st operation gestalt of this invention applied to the fuel cell powered vehicle at drawing 1 is shown. This fuel cell system is equipped with two fuel cell stacks of the main-fuel cell stack 11 and the subfuel cell stack 12.

[0019] To both sides of an electrolyte membrane, the main-fuel cell stack 11 is that in which the cell which formed the electrode which has structures, such as a porous layer which can diffuse gas, carried out the laminating on both sides of the conductive separator between layers, and can take out output voltage according to the number of laminatings. All over drawing, only the structure of a cell where the electrode

102,103 was formed in both sides of an electrolyte membrane 101 for the facilities of explanation is shown. It is the air pole 103 whose electrode 103 of another side one electrode 102 is the hydrogen pole 102 which is a fuel electrode, and is a fuel electrode.

[0020] The main-fuel cell stack 11 is the source of feed of the motor for car actuation, and generates the high tension of a direct current of an about [ 300V ]. The generation-of-electrical-energy electrical potential difference of the main-fuel cell stack 11 is outputted to the inverter 41 which supplies the current according to command torque etc. to said motor. Moreover, the pressure of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference of the main-fuel cell stack 11 is lowered by about 12V with DC-DC converter 31, and it is outputted to the dc-battery 43 which are the various auxiliary machinery 42 carried in a car, and a rechargeable battery for the feed to these.

[0021] Hydrogen is supplied to the hydrogen feed hopper 111 of the main-fuel cell stack 11 from the fuel tank 21 which is a supply means, and hydrogen is spread in the fuel electrode 102 from the passage formed between the fuel electrode 102 of said cell cel, and said separator. And the exhaust gas containing intact hydrogen is discharged from the hydrogen exhaust port 112 of the lowest style edge of passage. The hydrogen exhaust port 112 is connected with exhaust passage 22. Moreover, air is supplied to the air pole 103 of the main-fuel cell stack 11 from the air supply opening 113, and air diffuses in the air pole 103 from the passage formed between the air pole 103 of said cell cel, and the separator. And intact air is discharged from the air exhaust port 114 of the lowest style edge of passage.

[0022] Like the main-fuel cell stack 11, the subfuel cell stack 12 is that in which the cell cel and the separator carried out the laminating, and that of the structure of each class is equivalent to the main-fuel cell stack 11. On the other hand, there can be few laminatings than the main-fuel cell stack 11, the about [ 12V ] output voltage for said auxiliary machinery 42 can be taken out now, and auxiliary machinery 42, a dc-battery 43, and connection are possible.

[0023] In the middle of connection wiring with the subfuel cell stack 12, and auxiliary machinery 42 and a dc-battery 43, diode 32 and the switch 33 which is a switching means are formed in the serial. Diode 32 uses the air pole 103 side of the subfuel cell stack 12 as an anode, + pole side of a dc-battery 43 is connected as a cathode, and the direction of the charging current to a dc-battery 43 is the forward direction from the subfuel cell stack 12. Thereby, the back run of the current from DC-DC converter 31 or the dc-battery 43 to the subfuel cell stack 12 is forbidden, and degradation of the subfuel cell stack 12 can be prevented. As for a switch 33, what can be switched is used electromagnetic [ a relay switch etc. ].

[0024] It connects with the upstream of exhaust passage 22, and the exhaust gas from the main-fuel cell stack 11 can supply the hydrogen feed hopper 121 of the subfuel cell stack 12 to the hydrogen pole 102. The hydrogen exhaust port 122 is connected with the downstream of exhaust passage 22. Moreover, to an air pole 103, air is supplied from the air supply opening 123, and intact air is discharged from the air exhaust port 124.

[0025] The electromagnetic two-way valves 23 and 24 are formed in the middle of exhaust passage 22 at two places. Hereafter, an upstream two-way valve is called switch bulb 23 rather than the subfuel cell stack 12, and the down-stream two-way valve 24 is called draining valve 24 rather than the subfuel cell stack 12.

[0026] An operating state is switched by the control unit 51 which is the control means by which said switch 33, the switch bulb 23, and a draining valve 24 control the whole fuel cell system. The detecting signal of the voltage sensor 52 which is an electrical-potential-difference detection means to detect the output voltage of the main-fuel cell stack 11 has inputted into the control unit 51.

[0027] The control device 51 consisted of a microcomputer, a circuit for actuation of switch 33 grade, etc., and shows the important section of the control program of a switch of the switch 33 and the switch bulb 23 which are performed by drawing 2 with a microcomputer, and a draining valve 24.

[0028] At step S101, the switch bulb 23 and a draining valve 24 are closed. In this condition, only the main-fuel cell stack 11 generates electricity by receiving supply of hydrogen. Since the switch bulb 23 is in a clausilium condition, only the main-fuel cell stack 11 generates electricity. Feed is made by auxiliary machinery 42 and the dc-battery 43 through DC-DC converter 31 from the main-fuel cell stack 11. The output voltage of the main-fuel cell stack 11 judges whether it fell rather than the threshold set up beforehand at step S102.

[0029] If negative judgment of step S102 is carried out, it will return to step S101. Here, the nitrogen from the air pole 103 of the main-fuel cell stack 11 and moisture ooze the threshold in step S102, and there is little \*\* and it is set as the electrical-potential-difference value of the minimum which can drive a motor so that proper torque may be impressed to said motor.

[0030] If affirmative judgment of step S102 is carried out, it will progress to step S103 and the switch bulb

23 will be opened. Thereby, exhaust gas flows into the subfuel cell stack 12 through exhaust passage 22 from the main-fuel cell stack 11. Although the main-fuel cell stack 11 is not the forge fire which can fully drive a motor, a certain amount of hydrogen is included in this exhaust gas. Therefore, if a switch 33 is turned on at step S104 following step S103, feed will be made by auxiliary machinery 42 and the dc-battery 43 from the subfuel cell stack 12.

[0031] Here, while exhaust gas flows down from the main-fuel cell stack 11 to the subfuel cell stack 12, hydrogen is newly supplied to the main-fuel cell stack 11 from a fuel tank 21 at the main-fuel cell stack 11, and the generation-of-electrical-energy capacity of the main-fuel cell stack 11 is recovered. At step S105 following said step S104, it judges whether the output voltage of the main-fuel cell stack 11 was recovered. this -- for example, the nitrogen from the air pole 103 of the main-fuel cell stack 11 and moisture -- oozing out -- \*\* -- it judges by whether another threshold more highly set up rather than the electrical-potential-difference value of the minimum [ it is few and ] which can drive said motor was exceeded.

[0032] Step S103 - step S105 are repeated until the output voltage of the main-fuel cell stack 11 exceeds said threshold. And the output voltage of the main-fuel cell stack 11 will progress to step S106, if affirmative judgment of step S105 is carried out exceeding said threshold, and the valve-opening condition of the switch bulb 23 is continued.

[0033] Although the generation-of-electrical-energy capacity of the main-fuel cell stack 11 is recovered like the above, this is not based on installation of new hydrogen and nitrogen or the moisture in exhaust gas are not discharged for the draining valve 24 out of exhaust passage 22 with a clausilium condition. Therefore, the generation-of-electrical-energy capacity of the main-fuel cell stack 11 declines again, after recovering. At step S107 following step S106, it judges again whether the output voltage of the main-fuel cell stack 11 declined rather than said threshold.

[0034] Steps S106 and S107 are repeated until the output voltage of the main-fuel cell stack 11 is less than said threshold, and the feed to auxiliary machinery 42 and a dc-battery 43 from the subfuel cell stack 12 is made.

[0035] And if affirmative judgment of step S107 is carried out, it will switch off at step S108, and the subfuel cell stack 12 will be intercepted from auxiliary machinery 42 and a dc-battery 43.

[0036] A draining valve 24 is opened at continuing step S109. All of nitrogen and the moisture in the exhaust gas which remains by this to the space to a draining valve 24 from the hydrogen pole 102 of the main-fuel cell stack 11 are discharged out of exhaust passage 22. The period which opens a draining valve 24 presupposes that it is fixed, for example, and is set up beforehand.

[0037] Finally, a draining valve 24 is closed at step S110.

[0038] This flow is repeatedly performed during operation of a fuel cell system.

[0039] According to this fuel cell system, even if the main-fuel cell stack 11 used as the source of feed of said motor of the amount of intact fuel gas is inadequate for driving a motor proper, in the subfuel cell stack 12, it is consumed effectively, and power is generated. Therefore, fuel gas can be used effectively.

[0040] And in the condition that neither nitrogen nor moisture is oozing so much, the switch bulb 23 is closing the valve and the object for supply of hydrogen is limited to the hydrogen pole 102 side of the main-fuel cell stack 11 by the main-fuel cell stack 11. Therefore, the generation-of-electrical-energy capacity of the main-fuel cell stack 11 does not need to increase enough by having added the subfuel cell stack 12 and having prepared the amount of supply of the hydrogen in a certain condition. The hydrogen supply system of the conventional fuel cell system (refer to drawing 5) and equivalent magnitude which does not have the subfuel cell stack 12 is sufficient for this.

[0041] Moreover, even if it changes the amount of supply of hydrogen by change of a torque command etc., the switch bulb 23 and a draining valve 24 can be made to operate to proper timing, since it is asking for whether the generation-of-electrical-energy capacity of the main-fuel cell stack 11 declined objective with the output voltage of the main-fuel cell stack 11.

[0042] (The 2nd operation gestalt) The fuel cell structure of a system which becomes the 2nd operation gestalt of this invention at drawing 3 is shown. The configuration with this fundamental fuel cell system is the same as the thing of the 1st operation gestalt, and arranges the gas sensor 53 which is a hydrogen concentration detection means to detect hydrogen concentration in the middle of exhaust passage 22 on the direct lower stream of a river of the hydrogen exhaust port 112 of the main-fuel cell stack 11, as a point of difference. In a gas sensor 53, the hydrogen concentration in the hydrogen pole 102 is substantially detectable. The detecting signal of a gas sensor 53 is inputted into control unit 51A. The voltage sensor which detects the output voltage of the main-fuel cell stack 11 is omitted.

[0043] In the microcomputer of control unit 51A, in steps S102, S105, and S107 of above-shown drawing

2, it replaces with a detection electrical potential difference, and judges whether the generation-of-electrical-energy capacity of the main-fuel cell stack 11 declined based on the hydrogen concentration detected by the gas sensor 53. lowering of generation-of-electrical-energy capacity -- said nitrogen to the hydrogen pole 102, and moisture -- oozing out -- it is because it originates in these component rates increasing to the hydrogen pole 102, and hydrogen concentration falling to it.

[0044] (The 3rd operation gestalt) The fuel cell structure of a system which becomes the 3rd operation gestalt of this invention at drawing 4 is shown. A switch bulb is omitted from the configuration of the 1st operation gestalt.

[0045] Although control unit 51B is fundamentally the same as the 1st operation gestalt, with this operation gestalt, if a detection electrical potential difference is less than said threshold, it will open a draining valve 24, it discharges the gas in the main-fuel cell stack 11 whose content of nitrogen or moisture increased, or the subfuel cell stack 12, and changes for new hydrogen.

[0046] The exhaust gas from the main-fuel cell stack 11 with which the content of this configuration of nitrogen or moisture increased is used effectively by the subfuel cell stack 12.

[0047] In addition, the power consumption of the main-fuel cell stack 11 is fixed, and although the actuation stage of the switch bulb 23 or a draining valve 24 is determined based on a voltage sensor 52 or a gas sensor 53, as long as the nitrogen from the air pole 103 to the hydrogen pole 102 and moisture ooze and \*\* is made with constant speed, based on the time amount with the passage of time known from a timer, you may control by said each operation gestalt.

[0048] Moreover, although said each operation gestalt showed what was applied to the fuel cell powered vehicle, of course, it is applicable also to the fuel cell system by which this invention is used for other applications.

---

[Translation done.]

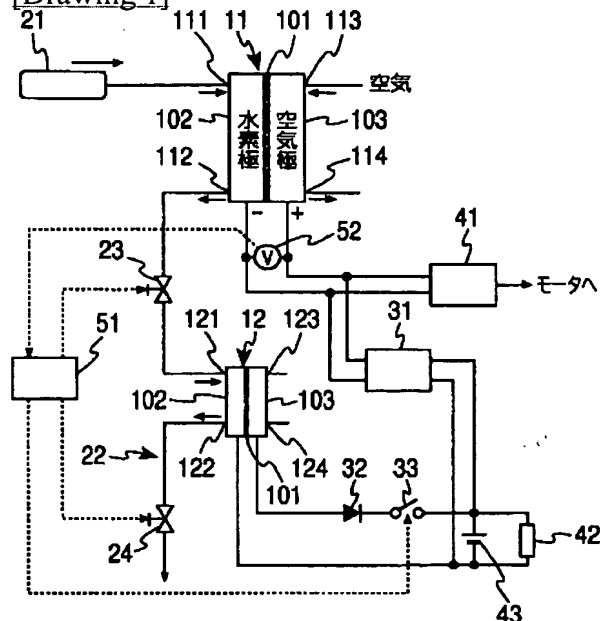
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

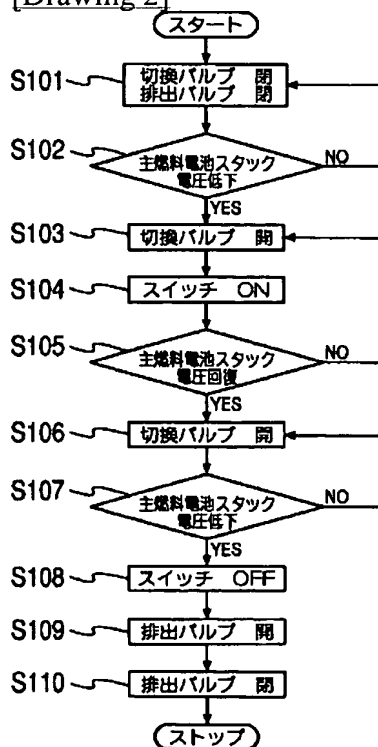
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

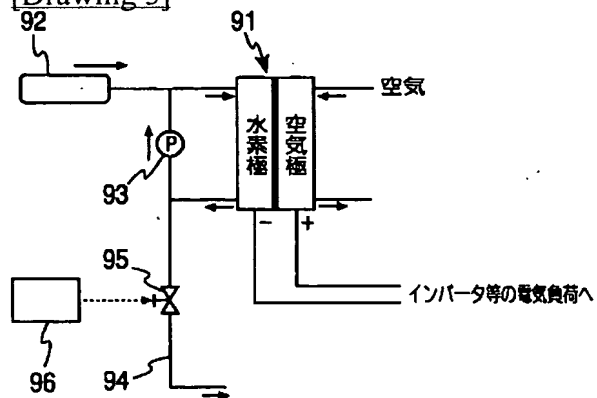


[Drawing 2]

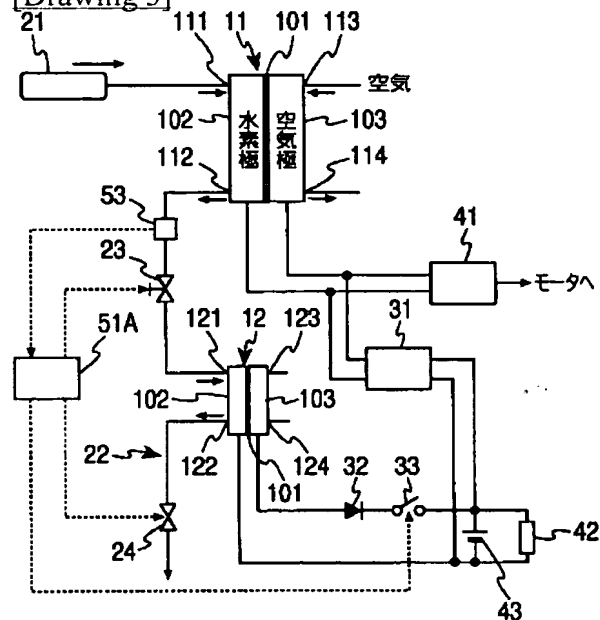




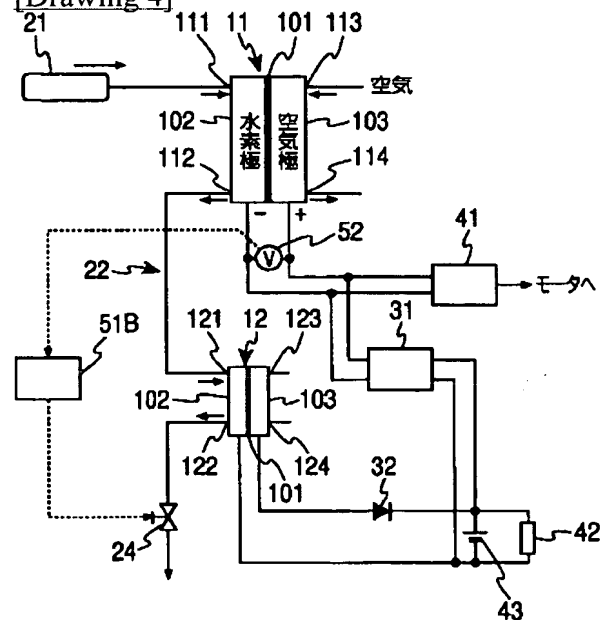
[Drawing 5]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-77506  
(P2003-77506A)

(43) 公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 5 H 0 2 7
	8/00	8/00	J
			Z
			A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-261211(P2001-261211)  
(22) 出願日 平成13年8月30日 (2001.8.30)

(71) 出願人 000004695  
株式会社日本自動車部品総合研究所  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地  
(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(72) 発明者 新田 高弘  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内  
(74) 代理人 100067596  
弁理士 伊藤 求馬

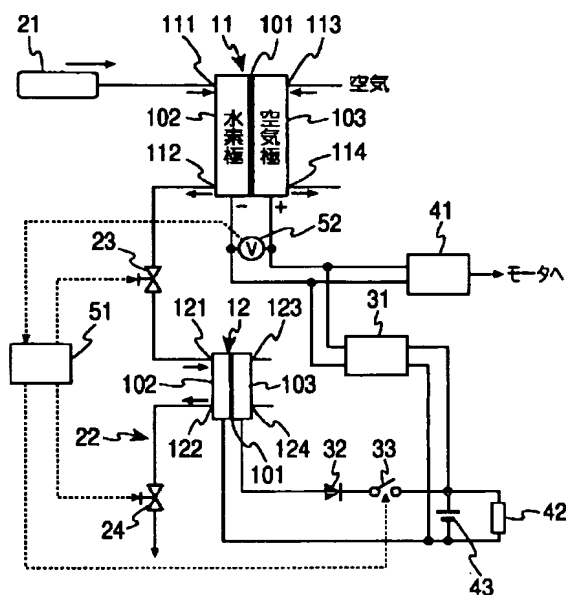
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池スタックの水素極からの排ガスを有効利用することである。

【解決手段】 主燃料電池スタック11の他に副燃料電池スタック12を設けて、副燃料電池スタック12の水素極102には主燃料電池スタック11の水素極102からの排ガスを供給する。空気極103から水素極102への窒素や水分の滲み出しによる水素極102側の水素濃度の低下で、主燃料電池スタック11ではその電気負荷41に対して十分な給電を行い得ないほど発電能力が低下しても、排出バルブ24を開いて主燃料電池スタック11からの排ガスが排出路22から外へ排出される前に、前記排ガス中の未使用水素の一部を副燃料電池スタック12で発電に有効に利用することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料ガスと酸化ガスとから電力を生成する燃料電池スタックと、該燃料電池スタックに燃料ガスを供給する供給手段と、燃料電池スタックの燃料極からの排ガスを排出する排出路と、排出路を開閉する排出バルブと、該排出バルブを制御対象として、前記燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記排出バルブが開弁するように設定された制御手段とを有する燃料電池システムにおいて、前記燃料電池スタックを主たる燃料電池スタックとして別の燃料電池スタックを具備せしめて、これを副燃料電池スタックとするとともに、該副燃料電池スタックの燃料極を、前記排出バルブよりも上流側で前記排出路の途中に設けたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 請求項1記載の燃料電池システムにおいて、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの間で前記排出路の途中に設けられて、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの連通と遮断とを切り換える切り換えバルブを具備せしめ、前記制御手段を、前記排出バルブとともに切り換えバルブを制御対象とする制御手段とするとともに、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記切り換えバルブが開弁するように、かつ、前記排出バルブの開弁時期が、主燃料電池スタックの発電能力が回復した後再び低下したとみなせる時期となるように設定した燃料電池システム。

【請求項3】 請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記副燃料電池スタックとその電気負荷との間を断接するスイッチ手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記排出バルブおよび前記切り換えバルブとともに前記スイッチ手段を制御対象とする制御手段とするとともに、前記切り換えバルブが開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオンするように、かつ、前記排出バルブが開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオフするように設定した燃料電池システム。

【請求項4】 請求項1ないし3いずれか記載の燃料電池システムにおいて、前記副燃料電池スタックに、その電気負荷として、前記主燃料電池スタックにより充電される二次電池を接続し、前記副燃料電池スタックと前記二次電池とを、前記副燃料電池スタックから前記二次電池への充電電流の方向を順方向とするダイオードにより接続した燃料電池システム。

【請求項5】 請求項1ないし4いずれか記載の燃料電池システムにおいて、前記主燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記電圧検出手段により検出された電圧が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定した燃料電池システム。

【請求項6】 請求項1ないし4いずれか記載の燃料電池システムにおいて、前記主燃料電池スタックの燃料極における、前記酸化ガスと反応するガス成分の濃度を検出する水素濃度検出手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記水素濃度検出手段により検出されたガス成分濃度が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定した燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は燃料電池システムに関し、特に燃料ガスの利用効率の向上に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池システムは燃料電池自動車等に搭載されるもので、図5に示すように、燃料電池スタック91を本体として、この燃料極（図中、水素極）に供給する水素等の燃料ガスを貯蔵したタンク92や、未使用の燃料ガスを含む燃料極からの排ガスを燃料極に戻すためのポンプ93等が付設されたシステムである。燃料電池スタック91は、燃料ガスと、空気極に供給された空気等の酸化ガスとが電池反応をして電力を生成するが、電池反応が進むにつれて空気極から酸化ガス中の窒素や加湿用の水分が電解質膜を通り燃料極側へと滲み出してくる。

【0003】このため、窒素や水蒸気分圧が上昇して排ガス中の未使用の燃料ガスの濃度が徐々に低下して、発電能力が低下するので、燃料極からの排ガスを排出すべく排出路94が設けられており、これを開閉する排出バルブ95を時々開弁して、燃料極の窒素や水分を排出し新たに燃料タンク92から十分な燃料ガスを導入している。燃料電池システムには、排出バルブ95を制御対象とする制御手段96が設けられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、排ガスには未使用の燃料ガスを含んでいるので、排出した分、燃料ガスの利用効率が低下し、エネルギーの無駄となる。

【0005】本発明は前記実情に鑑みなされたもので、燃料ガスの利用効率の高い燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、燃料ガスと酸化ガスとから電力を生成する燃料電池スタックと、該燃料電池スタックに燃料ガスを供給する供給手段と、燃料電池スタックの燃料極からの排ガスを排出する排出路と、排出路を開閉する排出バルブと、該排出バルブを制御対象として、前記燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記排出バルブが開弁するように設定された制御手段とを有する燃料電池システムにおいて、前記燃料電池スタックを主た

る燃料電池スタックとして別の燃料電池スタックを具備せしめて、これを副燃料電池スタックとするとともに、該副燃料電池スタックの燃料極を、前記排出バルブよりも上流側で前記排出路の途中に設ける。

【0007】副燃料電池スタックには高い発電能力を要しない電気負荷を接続しておくことで、主燃料電池スタックの電気負荷に対しては燃料ガスの量が不十分な排ガスであっても、副燃料電池スタックの電池反応に供すれば、副燃料電池スタックに接続された電気負荷が適正な作動をし得る程度に、副燃料電池スタックが給電を行い得る。したがって、排出バルブを開弁するタイミングを、主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期であって、従来よりも、排ガスがより燃料ガスの量が少ない状態になるまで遅らせることで、排ガスを有効に利用することができる。

【0008】請求項2記載の発明では、請求項1の発明の構成において、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの間で前記排出路の途中に設けられて、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの連通と遮断とを切り換える切り換えバルブを具備せしめ、前記制御手段を、前記排出バルブとともに切り換えバルブを制御対象とする制御手段とするとともに、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記切り換えバルブが開弁するように、かつ、前記排出バルブの開弁時期が、主燃料電池スタックの発電能力が回復した後再び低下したとみなせる時期となるように設定する。

【0009】主燃料電池スタックからの排ガス中に燃料ガスの量が十分存在している間は、切り換えバルブが開弁しており排ガスが副燃料電池スタックへと移動しないので、主燃料電池スタックへの燃料ガスの供給能力を上げることなく、副燃料電池スタックを有しない構成と同等に、主燃料電池スタックが十分に発電を行い得る。

【0010】請求項3記載の発明では、請求項2の発明の構成において、前記副燃料電池スタックとその電気負荷との間を断接するスイッチ手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記排出バルブおよび前記切り換えバルブとともに前記スイッチ手段を制御対象とする制御手段とするとともに、前記切り換え弁が開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオンするように、かつ、前記排出弁が開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオフするように設定する。

【0011】切り換えバルブが主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとを遮断している状態でも、副燃料電池スタックに電気負荷が接続されたままであれば、切り換えバルブよりも下流側の排出路に僅かながら残存している未使用の燃料ガスにより、副燃料電池スタックにおいて電池反応が進行して電気負荷に給電がなされることになる。燃料ガスの量が少ない状態で電池反応が進行すると、燃料電池スタックの電解質膜の劣化等の不具合が

生じる。本発明では、副燃料電池スタックと電気負荷とが接続されるのが、主燃料電池スタックから副燃料電池スタックに排ガスが供給される状態のときに限られるので、副燃料電池スタックの劣化を防止することができる。

【0012】請求項4記載の発明では、請求項1ないし3の発明の構成において、前記副燃料電池スタックに、その電気負荷として、前記主燃料電池スタックにより充電される二次電池を接続し、前記副燃料電池スタックと前記二次電池とを、前記副燃料電池スタックから前記二次電池への充電電流の方向を順方向とするダイオードにより接続する。

【0013】副燃料電池スタックに電流が逆流するので回避されるので、副燃料電池スタックの劣化を防止することができる。

【0014】請求項5記載の発明では、請求項1ないし4の発明の構成において、前記主燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記電圧検出手段により検出された電圧が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定する。

【0015】主燃料電池スタックへの燃料ガスの供給が減ることにより主燃料電池スタックの起電圧が低下するので、これより、発電能力の低下を判断することができる。

【0016】請求項6記載の発明では、請求項1ないし4の発明の構成において、前記主燃料電池スタックの燃料極における、前記酸化ガスと反応するガス成分の濃度を検出する水素濃度検出手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記水素濃度検出手段により検出されたガス成分濃度が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定する。

【0017】副燃料電池スタックでは、燃料極側に窒素や水分が滲み出ることにより、相対的に未使用の燃料ガスの濃度が低下するので、これより、発電能力の低下を判断することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）図1に、燃料電池自動車に適用した本発明の第1実施形態になる燃料電池システムを示す。本燃料電池システムは、主燃料電池スタック11と副燃料電池スタック12との2つの燃料電池スタックを備えている。

【0019】主燃料電池スタック11は、電解質膜の両面に、ガスが拡散可能な多孔質層等の構造を有する電極を成膜した電池セルが層間に導電性のセパレータを挟んで積層したもので、積層数に応じて出力電圧を取り出すことができる。図中には、説明の便宜のため電解質膜101の両面に電極102、103が形成された電池セル

の構造のみを示している。一方の電極102が燃料極である水素極102であり、他方の電極103が燃料極である空気極103である。

【0020】主燃料電池スタック11は車両駆動用のモータの給電源であり、300V程度の直流の高電圧を発生するようになっている。主燃料電池スタック11の発電電圧は、前記モータに指令トルク等に応じた電圧を供給するインバータ41に出力するようになっている。また、主燃料電池スタック11の発電電圧は、DC-DCコンバータ31で12V程度に降圧されて、車両に搭載

される種々の補機42や、これらへの給電用の二次電池であるバッテリー43に出力するようになっている。

【0021】主燃料電池スタック11の水素供給口111には、供給手段である燃料タンク21から水素が供給されるようになっており、水素が、前記電池セルの燃料極102と前記セパレータとの間に形成された流路より燃料極102に拡散していく。そして、未使用の水素を含む排ガスが流路の最下流端の水素排出口112から排出されるようになっている。水素排出口112は排出路22と接続されている。また、主燃料電池スタック11の空気極103には、空気供給口113から空気が供給されて、空気が、前記電池セルの空気極103とセパレータとの間に形成された流路より空気極103に拡散していく。そして、未使用の空気が流路の最下流端の空気排出口114から排出されるようになっている。

【0022】副燃料電池スタック12は、主燃料電池スタック11のごとく電池セルとセパレータとが積層したもので、各層の構造は主燃料電池スタック11と同等である。一方、積層数が主燃料電池スタック11よりも少なく、前記補機42用の12V程度の出力電圧を取り出し得るようになっており、補機42やバッテリー43と接続可能である。

【0023】副燃料電池スタック12と、補機42やバッテリー43との接続配線の途中にはダイオード32とスイッチ手段であるスイッチ33とが直列に設けてある。ダイオード32は副燃料電池スタック12の空気極103側をアノードとし、バッテリー43の+極側をカソードとして接続されており、副燃料電池スタック12からバッテリー43への充電電流の方向が順方向となっている。これにより、DC-DCコンバータ31やバッテリー43から副燃料電池スタック12への電流の逆流が禁止されて、副燃料電池スタック12の劣化を防止することができる。スイッチ33はリレースイッチ等の電磁的に切り換え可能なものが用いられる。

【0024】副燃料電池スタック12の水素供給口121は排出路22の上流側と接続され、主燃料電池スタック11からの排ガスが水素極102に供給可能である。水素排出口122は排出路22の下流側と接続されている。また、空気極103には、空気供給口123から空気が供給されて、未使用の空気が空気排出口124から

排出される。

【0025】排出路22の途中には、2か所に電磁式の二方弁23、24が設けてある。以下、副燃料電池スタック12よりも上流の二方弁を切り換えバルブ23といい、副燃料電池スタック12よりも下流の二方弁24を排出バルブ24という。

【0026】前記スイッチ33、切り換えバルブ23および排出バルブ24は燃料電池システム全体を制御する制御手段である制御装置51により作動状態が切り換えられる。制御装置51には、主燃料電池スタック11の出力電圧を検出する電圧検出手段である電圧センサ52の検出信号が入力している。

【0027】制御装置51はマイクロコンピュータや、スイッチ33等の駆動用の回路等で構成されたもので、図2にマイクロコンピュータで実行される、スイッチ33、切り換えバルブ23および排出バルブ24の切り換えの制御プログラムの要部を示す。

【0028】ステップS101では、切り換えバルブ23および排出バルブ24を開弁する。この状態では主燃料電池スタック11のみが水素の供給を受け、発電を行う。切り換えバルブ23が開弁状態であるから、発電を行うのは主燃料電池スタック11のみである。補機42やバッテリー43には主燃料電池スタック11からDC-DCコンバータ31を介して給電がなされる。ステップS102で主燃料電池スタック11の出力電圧が予め設定したしきい値よりも低下したか否かを判定する。

【0029】ステップS102が否定判断されるとステップS101に戻る。ここで、ステップS102におけるしきい値を、主燃料電池スタック11の空気極103からの窒素や水分のしみ出しが少なく、前記モータに適正なトルクが印加されるようにモータを駆動することが可能な下限の電圧値に設定しておく。

【0030】ステップS102が肯定判断されると、ステップS103に進み、切り換えバルブ23を開弁する。これにより、主燃料電池スタック11から排出路22を通して副燃料電池スタック12に排ガスが流入する。この排ガスには、主燃料電池スタック11がモータの駆動を十分に行い得るほどではないが、ある程度の水素を含んでいる。したがって、ステップS103に続いてステップS104でスイッチ33をオンすると、副燃料電池スタック12から補機42やバッテリー43に給電がなされる。

【0031】ここで、排ガスが主燃料電池スタック11から副燃料電池スタック12に流下する一方、主燃料電池スタック11には燃料タンク21から主燃料電池スタック11に新規に水素が供給され、主燃料電池スタック11の発電能力が回復してくる。前記ステップS104に続くステップS105では、主燃料電池スタック11の出力電圧が回復したか否かを判定する。これは、例えば、主燃料電池スタック11の空気極103からの窒素

10

20

30

40

50

や水分の滲み出しにが少なく、前記モータを駆動することが可能な下限の電圧値よりも高めに設定された別のしきい値を越えたか否かで判断する。

【0032】主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値を越えるまではステップS103～ステップS105が繰り返される。そして主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値を越えてステップS105が肯定判断されるとステップS106に進み、切り換えバルブ23の開弁状態が継続される。

【0033】前記のごとく主燃料電池スタック11の発電能力は回復してくるが、これは新規の水素の導入によるものであり、排出バルブ24は閉弁状態のままで排ガス中の窒素や水分は排出路22の外へ排出されてはいない。したがって、主燃料電池スタック11の発電能力は回復した後、再び、低下する。ステップS106に続くステップS107では、主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値よりも低下したか否かを再び判定する。

【0034】主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値を下回るまではステップS106、S107が繰り返され、副燃料電池スタック12から補機42やバッテリー43への給電がなされる。

【0035】そして、ステップS107が肯定判断されると、ステップS108でスイッチをオフし、副燃料電池スタック12を補機42およびバッテリー43から遮断する。

【0036】続くステップS109では、排出バルブ24を開弁する。これにより、主燃料電池スタック11の水素極102から排出バルブ24に到る空間に残存する排ガス中の窒素や水分はすべて排出路22の外へ排出される。排出バルブ24を開弁する期間は例えば一定とし、予め設定しておく。

【0037】最後に、ステップS110で、排出バルブ24を閉弁する。

【0038】本フローが燃料電池システムの稼働中に繰り返し実行される。

【0039】本燃料電池システムによれば、前記モータの給電源となる主燃料電池スタック11では未使用の燃料ガスの量が、モータを適正に駆動するのに不十分であっても、副燃料電池スタック12において有効に消費されて電力を生成する。したがって、燃料ガスを有効利用することができる。

【0040】しかも、主燃料電池スタック11の水素極102側に窒素や水分がさほど滲み出していない状態では切り換えバルブ23が閉弁しており、水素の供給対象が主燃料電池スタック11に限定される。したがって、主燃料電池スタック11の発電能力が十分ある状態での水素の供給量を、副燃料電池スタック12を追加して設けたことで増加する必要はない。これにより、副燃料電池スタック12を有しない従来の燃料電池システム（図5

参照）と同等規模の水素供給系で足りる。

【0041】また、主燃料電池スタック11の発電能力が低下したかを主燃料電池スタック11の出力電圧により客観的に求めているので、トルク指令の変化等により水素の供給量が変動しても、適正なタイミングに切り換えバルブ23や排出バルブ24を作動せしめることができる。

【0042】（第2実施形態）図3に本発明の第2実施形態になる燃料電池システムの構成を示す。本燃料電池システムは基本的な構成は第1実施形態のものと同じで、相違点としては、主燃料電池スタック11の水素排出口112の直下流で排出路22の途中に、水素濃度を検出する水素濃度検出手段であるガスセンサ53を配設したものである。ガスセンサ53では実質的に水素極102内における水素濃度を検出することができる。ガスセンサ53の検出信号は制御装置51Aに入力している。主燃料電池スタック11の出力電圧を検出する電圧センサは省略されている。

【0043】制御装置51Aのマイクロコンピュータでは、前掲図2のステップS102、S105、S107において、検出電圧に代えて、ガスセンサ53により検出された水素濃度に基づいて、主燃料電池スタック11の発電能力が低下したか否かを判定する。発電能力の低下が、水素極102への前記窒素や水分の滲み出しにより水素極102にこれらの成分割合が増大して、水素濃度が低下することに起因するからである。

【0044】（第3実施形態）図4に本発明の第3実施形態になる燃料電池システムの構成を示す。第1実施形態の構成から切り換えバルブを省略したものである。

【0045】制御装置51Bは、基本的に第1実施形態と同じものであるが、本実施形態では、検出電圧が前記しきい値を下回ると排出バルブ24を開弁して、窒素や水分の含有量が増えた主燃料電池スタック11や副燃料電池スタック12内のガスを排出し新規の水素と入れ換える。

【0046】かかる構成でも、窒素や水分の含有量が増えた主燃料電池スタック11からの排ガスが副燃料電池スタック12で有効利用される。

【0047】なお、前記各実施形態では、切り換えバルブ23や排出バルブ24の作動時期を電圧センサ52やガスセンサ53に基づいて決定しているが、主燃料電池スタック11の消費電力が一定しており、空気極103から水素極102への窒素や水分の滲み出しが一定速度でなされているのであれば、タイマから知られる経時時間に基づいて制御してもよい。

【0048】また、前記各実施形態は燃料電池自動車に適用したものを示したが、本発明が他の用途に用いられる燃料電池システムにも適用できることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態になる燃料電池システム

の構成図である。

【図2】前記燃料電池システムの制御装置で実行される制御内容を示すフローチャートである。

【図3】本発明の第2実施形態になる燃料電池システムの構成図である。

【図4】本発明の第3実施形態になる燃料電池システムの構成図である。

【図5】従来の燃料電池システムの代表例の構成図である。

【符号の説明】

11 主燃料電池スタック

12 副燃料電池スタック

101 電解質膜

102 水素極（燃料極）

\* 103 空気極

21 燃料タンク

22 排出路

23 切り換えバルブ

24 排出バルブ

31 DC-DCコンバータ

32 ダイオード

33 スイッチ（スイッチ手段）

41 インバータ

10 42 補機（電気負荷）

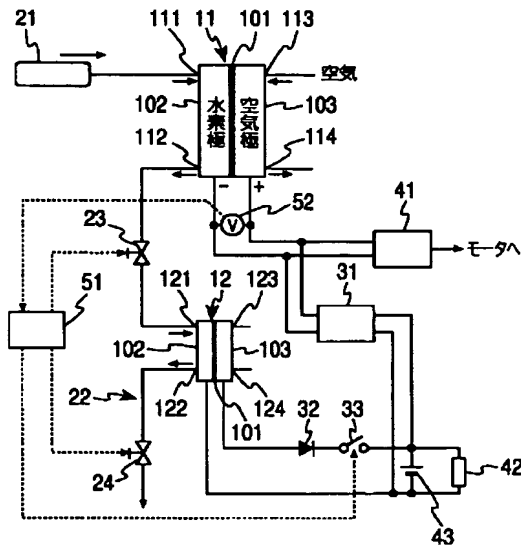
43 バッテリ（電気負荷、二次電池）

51, 51A, 51B 制御装置（制御手段）

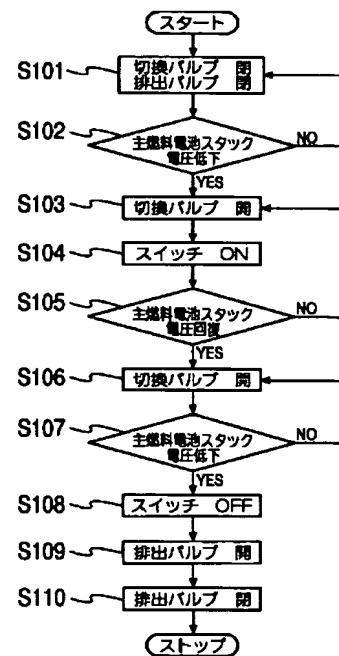
52 電圧センサ（電圧検出手段）

\* 53 水素センサ（水素濃度検出手段）

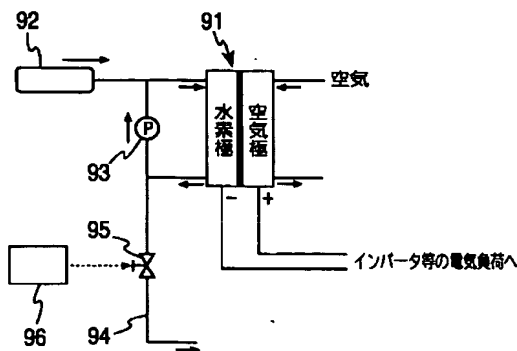
【図1】



【図2】

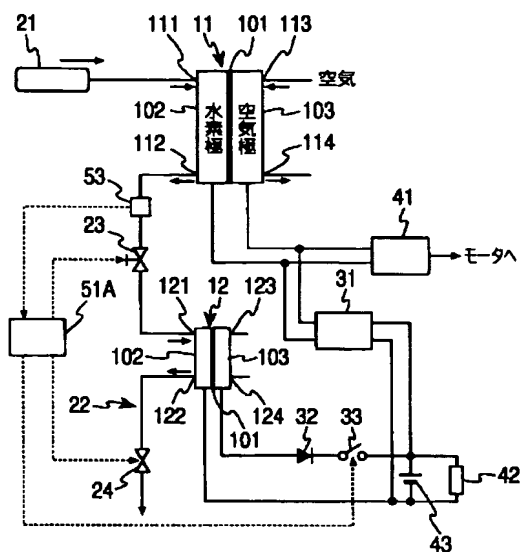


【図5】

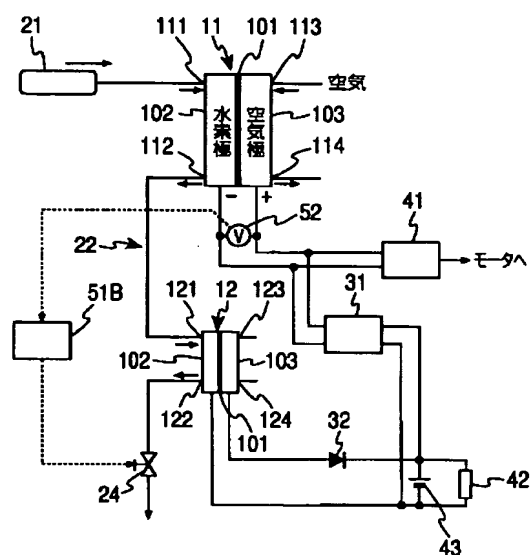




【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 哲郎  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 野々部 康宏  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
Fターム(参考) 5H027 AA02 BA13 DD03 KK31 KK54  
MM08 MM26